



TUGAS AKHIR - RG141536

**ANALISA TINGKAT KESUBURAN KELAPA
SAWIT BERDASARKAN CITRA LANDSAT 8
MENGUNAKAN METODE KLASIFIKASI
TERSELIA (STUDI KASUS: KECAMATAN
PELAIHARI, KABUPATEN TANAH LAUT,
KALIMANTAN SELATAN)**

FINNA SUDJIANTO
NRP 3511 100 010

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG141536

**FERTILITY RATE ANALYSIS OF OIL PALM
BASED ON LANDSAT 8 USING SUPERVISED
CLASSIFICATION (CASE STUDY: PELAIHARI
DISTRICT, TANAH LAUT DISTRICT, SOUTH
KALIMANTAN)**

FINNA SUDJIANTO
NRP 3511 100 010

Supervisor
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**ANALISA TINGKAT KESUBURAN KELAPA SAWIT
BERDASARKAN CITRA LANDSAT 8 MENGGUNAKAN
METODE KLASIFIKASI TERSELIA**
(Studi Kasus: Kecamatan Pelaihari, Kabupaten Tanah Laut,
Kalimantan Selatan)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

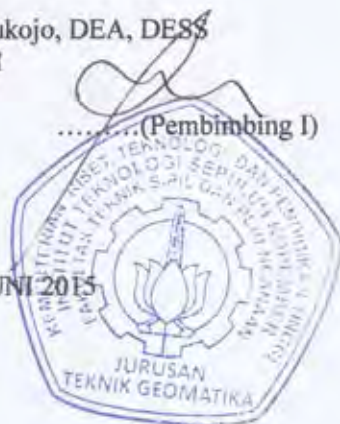
Oleh :
FINNA SUDJIANTO
Nrp. 3511 100 010

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DES
NIP. 1953 0527 1983 03 1001

.....(Pembimbing I)

SURABAYA, JUNI 2015



**ANALISA TINGKAT KESUBURAN KELAPA SAWIT
BERDASARKAN CITRA LANDSAT 8 MENGGUNAKAN
METODE KLASIFIKASI TERSELIA
(Studi Kasus: Kecamatan Pelaihari, Kabupaten Tanah Laut,
Kalimantan**

Nama : Finna Sudjianto
NRP : 3511 100 010
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA, DESS

Abstrak

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang sekarang ini banyak diusahakan baik oleh petani pekebun maupun perusahaan. Kelapa Sawit sebagai salah satu komoditi hasil perkebunan yang mempunyai peran cukup penting dalam kegiatan perekonomian di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesuburan kelapa sawit dan seberapa besar pengaruh Nitrogen (N) dan PH terhadap kesuburan kelapa sawit.

Perkebunan kelapa sawit merupakan area yang luas sehingga dalam pengamatan kesuburan kelapa sawit ini menggunakan citra satelit. Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit LANDSAT 8 tahun 2014. Dalam menentukan kelas tingkat kesuburan, digunakan metode klasifikasi terselia maximum likelihood.

Kandungan Nitrogen (N) terhadap sampel tanah yang diuji tergolong sedang dengan rata-rata 0,22%. Sedangkan reaksi tanah (PH) menunjukkan tingkat yang asam dengan rata-rata 5,42. Sehingga faktor yang mempengaruhi tingkat kesuburan kelapa sawit adalah reaksi tanah (PH) karena keasaman PH tanah mempengaruhi serapan hara oleh tanaman. Peta klasifikasi

menunjukkan 3 kelas obyek klasifikasi dengan dominan kelas obyek klasifikasinya adalah sawit tidak subur seluas 12,023.805 Ha. Hal ini dikarenakan kandungan Nitrogen (N) yang berperan dalam pembentukan klorofil sedikit diserap oleh tanaman sehingga nilai indeks vegetasi (NDVI) bernilai 0,11 – 0,21.

Kata kunci – Kelapa Sawit, Klasifikasi Terselia, Landsat 8, Maximum Likelihood

**FERTILITY RATE ANALYSIS OF OIL PALM BASED ON
LANDSAT 8 USING SUPERVISED CLASSIFICATION
(Case Study: Pelaihari District, Tanah Laut District, South
Kalimantan)**

Name : Finna Sudjianto
NRP : 3511 100 010
Department : Geomatics Engineering FTSP-ITS
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA, DESS

Abstract

Oil palm is a plant of plantations that is now widely cultivated both by farmers planters and companies. Oil palm as one of commodity crop that has an important role for economic activities in Indonesia. The purpose of this study is knowing the oil palm fertility and how affecting Nitrogen (N) and PH to oil palm fertility.

Oil palm plantattions has a large area so that oil palm fertility observation is using the satellite imagery. Imagery used in this study is a satellite image LANDSAT 8 2014. Determining the fertility level classes, supervised classification maximum likelihood method is used.

Nitrogen (N) of the soil samples were teste was in the middle of criteria with an average of 0,22%. While the soil reaction (PH) demonstrated that it's on acid levels by an average of 5.42. So the factor that affecting the oil palm fertility is soil reaction (pH) because the acidity of the soil pH affects the nutrient uptake by plants. Classification map shows three classes of objects classification with the dominant class of object classification is unfertile oil palm which an area of 12,023.805 hectares. This is caused by the content of nitrogen (N), which has an important role in formationing of chlorophyll absorbed by the

plant just a little so the value of vegetation index (NDVI) is 0,11 – 0,21.

Keywords – Landsat 8, Maximum Likelihood, Oil Palm, Supervised Classification

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISA TINGKAT KESUBURAN KELAPA SAWIT BERDASARKAN CITRA LANDSAT 8 MENGGUNAKAN METODE KLASIFIKASI TERSELIA (STUDI KASUS: KECAMATAN PELAIHARI, KABUPATEN TANAH LAUT, KALIMANTAN SELATAN)”** untuk memenuhi persyaratan kelulusan strata I pada Jurusan Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini, banyak pihak yang membantu baik secara material dan spiritual. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas kemudahan dan kelancaran yang diberi-Nya kepada penulis dalam segala hal.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS selaku dosen pembimbing atas bimbingan, kritik, dan saran yang diberikan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Taufik selaku dosen wali dan Ketua Jurusan Teknik Geomatika.
4. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu mendukung dan mengingatkan untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir penulis.
5. Ibu Ita Carolita di LAPAN atas bantuan dalam melaksanakan kegiatan lapangan.
6. Bakesbangpol Jawa Timur dan Kalimantan Selatan, Dinas Kabupaten Tanah Laut, PTPN atas perijinannya sehingga penulis dapat melakukan penelitian dengan lancar.
7. I Gede Awantara, Mirmasari, Nadya Rizky Dahlia, A.A. Sagung Ratih Prameswari, Gyastuti Wijaya

Murti, Putri Adita Setyawati, Loryena Ayu Karondia, Tengku Alfira Devy, M. Aldila Syariz, dan keluarga besar Muhammad Fikri Anshari atas dukungan semangat dan bantuan yang diberikan baik pada saat melakukan survei lapangan dan penyusunan Tugas Akhir.

8. Keluarga G13 yang selalu memberikan kebahagiaan dan informasi-informasi selama menjalani masa perkuliahan.
9. Dan semua pihak yang belum tersebut.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Harapan penulis agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Sekian dan terimakasih.

Surabaya, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	v
HALAMAN PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penginderaan Jauh	5
2.2 Pengolahan Data Citra Penginderaan Jauh	8
2.2.1 Pengertian Citra Digital	8
2.2.2 Interpretasi Citra	10
2.2.3 Koreksi Radiometrik	12
2.2.4 Strength of Figure (SoF)	12
2.2.5 Koreksi Geometrik	13
2.2.6 <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> (NDVI)	14
2.2.7 Klasifikasi	16
2.3 Kelapa Sawit	21
2.4 Uji Ketelitian Klasifikasi	23
2.5 Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Lokasi Penelitian	27
3.2 Data dan Peralatan	28
3.3 Metodologi Penelitian	29
3.3.1 Tahap Penelitian	29

3.3.2 Tahap Persiapan.....	29
3.3.3 Tahap Pengolahan Data.....	30
3.3.4 Tahap Analisa.....	30
3.3.5 Tahap Akhir.....	30
3.4 Tahapan Pengolahan Data	31
BAB IV HASIL DAN ANALISA	35
4.1 Hasil.....	35
4.1.1 Pemotongan (<i>cropping</i>) Citra dan Koreksi Radiometrik	35
4.1.2 Kombinasi <i>Band</i>	36
4.1.3 Koreksi Geometrik	37
4.1.4 NDVI	39
4.1.5 Klasifikasi Terselia (<i>Supervised</i>) <i>Maximum Likelihood</i>	40
4.1.4 Uji Ketelitian Klasifikasi	43
4.1.5 Validasi Lapangan (<i>Groundtruth</i>)	44
4.2 Analisa.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pembagian Kelas berdasarkan Nilai NDVI.....	16
Tabel 2. 2 Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah Menurut Lembaga Pusat Penelitian Tanah (LPPT) Bogor.....	22
Tabel 4. 1 Nilai <i>RMSE</i> Citra <i>Landsat 8</i> Tahun 2014.....	38
Tabel 4. 2 Nilai NDVI Kelas Obyek	39
Tabel 4. 3 Interpretasi Citra <i>Landsat 8</i>	40
Tabel 4. 4 Hasil Klasifikasi <i>Supervised Maximum Likelihood</i> Citra <i>Landsat 8</i>	43
Tabel 4. 5 Hasil Validasi Lapangan (<i>Groundtruth</i>).....	44
Tabel 4. 6 Perbandingan DN Citra dan Foto	45
Tabel 4. 7 Korelasi antara DN Citra dan Foto.....	47
Tabel 4. 8 Hasil Uji Laboratorium Sampel Tanah.....	48

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Satelit <i>Landsat 8</i>	6
Gambar 2. 2 Kombinasi Band <i>Landsat 8</i>	7
Gambar 2. 3 <i>Maximum Likelihood</i>	19
Gambar 2. 4 Kelapa Sawit.....	23
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	27
Gambar 3. 2 Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	29
Gambar 4. 1 Citra <i>Landsat 8</i> yang telah terpotong.....	35
Gambar 4. 2 Kombinasi <i>Band 6, 5, 4</i>	36
Gambar 4. 3 Tampilan Citra Sebelum dan Sesudah Kombinasi <i>Band</i>	36
Gambar 4. 4 Desain Jaring Titik Kontrol (<i>GCP</i>) Citra <i>Landsat 8</i>	37
Gambar 4. 5 Nilai <i>RMSE</i> 9 Titik Kontrol	38
Gambar 4. 6 Citra <i>Landsat 8</i> terkoreksi	39
Gambar 4. 7 <i>ROI Tool</i> Klasifikasi <i>Maximum Likelihood</i> Citra <i>Landsat 8</i>	40
Gambar 4. 8 Hasil Klasifikasi <i>Supervised Maximum Likelihood</i> Citra <i>Landsat 8</i>	42
Gambar 4. 9 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>Maximum</i> <i>Likelihood</i> Citra <i>Landsat 8</i>	43
Gambar 4. 10 Grafik DN <i>Band Red</i>	46
Gambar 4. 11 Grafik DN <i>Band Green</i>	46
Gambar 4. 12 Grafik DN <i>Band Blue</i>	47
Gambar 4. 13 Regresi DN Citra dan N.....	49
Gambar 4. 14 Regresi DN Foto dan N	49
Gambar 4. 15 Regresi DN Citra dan PH	50
Gambar 4. 16 Regresi DN Foto dan PH	50

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Dokumentasi

LAMPIRAN 2 : Peta

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara penghasil kelapa sawit dan menduduki peringkat pertama sebagai Negara eksportir minyak sawit di dunia dengan rata – rata kontribusi sebesar 42,99 % dari total ekspor minyak sawit dunia dan rata – rata volume mencapai 14,52 juta ton per tahun (Indarti, 2014). Hal ini disebabkan karena terdapat banyak perkebunan kelapa sawit di beberapa daerah di Indonesia, salah satunya adalah di daerah Kalimantan (Indarti, 2014). Kelapa Sawit sebagai salah satu komoditi hasil perkebunan yang mempunyai peran cukup penting dalam kegiatan perekonomian di Indonesia. Selain sebagai salah satu penghasil devisa Negara, kelapa sawit juga bersifat padat karya (*labour intensive*) sehingga banyak menyerap tenaga kerja. (Indarti, 2014).

Menurut Sukojo dan Wahono (2002), area yang luas sesuai untuk diamati menggunakan teknik penginderaan jauh dengan menggunakan citra satelit. Perkebunan kelapa sawit merupakan area yang luas sehingga dalam pengamatan kesuburan kelapa sawit ini menggunakan citra satelit.

Keakuratan hasil pengolahan citra satelit ini ditentukan pula oleh metode klasifikasi yang digunakan. Metode klasifikasi supervised *maximum likelihood* memiliki *overall accuracy* yang lebih besar daripada *overall accuracy* yang dimiliki oleh metode *minimum distance* (Wartika, 2013). Oleh karena itu, klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah klasifikasi terselia *maximum likelihood*, dimana dalam proses pengklasifikasiannya memerlukan *training sample* sebagai upaya untuk mengestimasi rata-ratanya dan variasi kelas yang kemudian digunakan untuk mengestimasi probabilitas. Pembuatan *training sample* ini dapat digunakan untuk meminimalisir kesalahan dalam pengklasifikasian obyek sehingga hasil klasifikasinya mendekati data yang sebenarnya, yakni data yang didapatkan di lapangan.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi kesuburan tanaman kelapa sawit, seperti jenis tanah, PH dan kandungan Nitrogen (N) yang terdapat pada tanah dimana kandungan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui kadar pemberian pupuk pada tanaman kelapa sawit. Sedangkan metode klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui wilayah-wilayah kelapa sawit pada lokasi penelitian dan untuk mengetahui keakuratan metode klasifikasi *maximum likelihood* dalam menentukan tingkat kesuburan kelapa sawit dilihat dari nilai reflektan yang diklasifikasikan. Hasil penelitian ini berupa peta informasi tingkat kesuburan kelapa sawit dengan menggunakan metode *maximum likelihood*.

1.2 Perumusan Masalah

Pokok permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah:

1. Cara mendapatkan analisa tentang tingkat kesuburan kelapa sawit dengan metode klasifikasi terselia *Maximum Likelihood* didasarkan pada nilai indeks vegetasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).
2. Cara mengetahui pengaruh kandungan Nitrogen dan PH tanah di perkebunan kelapa sawit terhadap tingkat kesuburan kelapa sawit.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Data citra satelit yang digunakan adalah citra *Landsat 8* tahun 2015 daerah Kalimantan Selatan.
2. Wilayah studi adalah di Kecamatan Pelaihari, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan.
3. Studi hanya mencakup perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Pelaihari, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan.

4. Data pendukung yang digunakan adalah Peta RBI daerah Kalimantan Selatan, vektor batas administrasi dan *SPOT* 6 Kecamatan Pelaihari.
5. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu klasifikasi terselia *Maximum Likelihood* pada *software* pengolah citra.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Mempelajari besarnya pengaruh kandungan Nitrogen dan PH tanah pada kesuburan kelapa sawit di Kecamatan Pelaihari.
2. Menghasilkan peta klasifikasi kesuburan kelapa sawit untuk kecamatan Pelaihari, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan.
3. Menganalisa tingkat kesuburan tanaman kelapa sawit di Kecamatan Pelaihari.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan kejelasan mengenai tingkat kesuburan kelapa sawit yang terdapat pada perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Pelaihari, mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kesuburan tanaman khususnya pada kelapa sawit tersebut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penginderaan Jauh

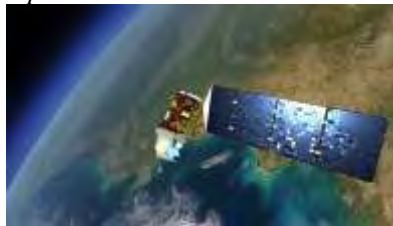
Penginderaan Jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Purwadhi, 2001). Data Penginderaan Jauh dapat berupa citra, grafik, dan data numerik. Data tersebut dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah, atau fenomena yang diindera atau diteliti. Proses penerjemahan data menjadi informasi disebut analisis dan interpretasi data.

Analisis data Penginderaan Jauh memerlukan data rujukan seperti peta tematik, data statistik, dan data lapangan. Hasil analisis yang diperoleh berupa informasi mengenai bentang lahan, jenis penutupan lahan, kondisi lokasi, dan kondisi sumberdaya daerah yang diindera (Purwadhi, 2001). Informasi jenis penutupan lahan didapatkan dengan melakukan interpretasi terhadap citra satelit maupun foto udara. Jenis penutupan lahan merupakan parameter fisik yang banyak membantu berbagai analisa dan evaluasi dalam aplikasi Penginderaan Jauh. Penutupan lahan secara mudah didapatkan dari data Penginderaan Jauh sehingga lebih menghemat waktu dan biaya.

Salah satu bentuk data Penginderaan Jauh adalah citra satelit. Citra dari satelit *Landsat* merupakan salah satu citra satelit yang banyak digunakan dalam aplikasi Penginderaan Jauh karena cukup baik dalam interpretasi penutupan lahan daerah yang luas dan mudah didapatkan. Satelit *Landsat* terbaru yang diluncurkan adalah *Landsat 8*.

Satelit *Landsat 8* telah berhasil diluncurkan NASA pada tanggal 11 Februari 2013 lalu bertempat di *Vandenberg*

Air Force Base, California. Periode checkout sekitar 100 hari setelah peluncuran memungkinkan pesawat ruang angkasa untuk melakukan manuver orbit, sistem inisialisasi dan kalibrasi kegiatan, dan pindah ke grid WRS-2, 438 mil di atas Bumi, ketika checkout selesai USGS mengambil kendali. Data Landsat 8 akan tersedia untuk di-download tanpa biaya dari Glovis, Earth Explorer atau Viewer Landsat Look.



Gambar 2. 1 Satelit *Landsat 8*
Sumber: Firmansyah, 2014

Landsat 8 akan mengorbit setiap 99 menit dan gambar seluruh bumi setiap 16 hari, mengumpulkan pada akuisisi jadwal yang sama. Karakteristik dari citra Landsat 8 ini adalah menggunakan sensor Operational Land Manager (OLI) dengan selang band yang lebih pendek dan tambahan dua band tambahan (9 Band). Citra Landsat 8 disinyalir memiliki akurasi geodetik dan geometrik yang lebih baik. Berikut adalah spesifikasi Landsat 8: (Firmansyah, 2014)

Orbit

- *Worldwide Reference System-2 (WRS-2)* dengan sistem *path/row*
- *Sun-synchronous* dengan ketinggian 705 km (438 mi)
- Siklus orbit 233, setiap 16 hari (kecuali untuk derajat lintang tertinggi)
- Inklinasi 98.2°
- Mengelilingi bumi setiap 98.9 menit
- Melewati ekuator pada pukul 10.00 AM \pm 15 menit

- Sembilan band spektral, yaitu:
 - Band 1 *Visible* (0.43 - 0.45 μm) 30 m
 - Band 2 *Visible* (0.450 - 0.51 μm) 30 m
 - Band 3 *Visible* (0.53 - 0.59 μm) 30 m
 - Band 4 *Near-Infrared* (0.64 - 0.67 μm) 30 m
 - Band 5 *Near-Infrared* (0.85 - 0.88 μm) 30 m
 - Band 6 *SWIR 1* (1.57 - 1.65 μm) 30 m
 - Band 7 *SWIR 2* (2.11 - 2.29 μm) 30 m
 - Band 8 *Panchromatic* (PAN) (0.50 - 0.68 μm) 15 m
 - Band 9 *Cirrus* (1.36 - 1.38 μm) 30 m
 - Band 10 *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) 1 (10.6 - 11.19 μm) 100 m
 - Band 11 *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) 2 (11.5 - 12.51 μm) 100 m

Sedangkan kombinasi band pada *Landsat 8* adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Kombinasi Band *Landsat 8*
Sumber: Purnomo, 2013

2.2 Pengolahan Data Citra Penginderaan Jauh

2.2.1 Pengertian Citra Digital

Citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer. Sebuah citra digital menyimpan data berupa bit yang dapat dimengerti oleh manusia dengan visualisasi bit tersebut pada kanvas menjadi gambar. Pengolahan yang dapat dilakukan terhadap citra digital antara lain adalah menampilkan bentuk gambar, melakukan perubahan terhadap gambar (image editing), dan pencetakan citra digital ke atas media berupa kertas. Citra digital terdiri dari pixel-pixel berukuran kecil yang membentuk sebuah bentuk gambar yang dapat dilihat oleh mata manusia. Kepadatan *pixel-pixel* yang ada dalam gambar ini disebut dengan resolusi. Semakin besar resolusi sebuah citra digital maka kualitas gambar dari citra digital tersebut semakin baik (Hutahaean, 2013).

Pengolahan citra digital merupakan manipulasi dan interpretasi digital dari citra penginderaan jauh dengan bantuan computer. Konsep dasar pengolahan citra digital dengan data masukan pokok (*internal data*) berupa citra penginderaan jauh digital. Pengolahan data dilakukan komputer dimulai dengan (1) pengumpulan data yang relevan, yaitu data pokok (citra) sebagai data internal dan data bantu lain seperti peta dan hasil survei, (2) klasifikasi atau pengelompokan data dalam kelas tertentu, dengan cara membuat kode-kode, (3) penyusunan data sesuai kelas masing-masing, (4) perhitungan manipulasi data, (5) pengujian ketelitian dan perhitungan, (6) penyimpulan dan rekapitulasi hasil (*summaries result*), dan (7) keluaran hasil dalam bentuk informasi. Informasi dapat langsung dikeluarkan atau disimpan ke dalam data *storage*. Tahapan proses pengolahan citra

penginderaan jauh diuraikan secara khusus dalam prosedur pengolahan citra digital (Purwadhi, 2001).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan citra penginderaan jauh secara digital dengan bantuan komputer adalah kuantitas data, pendekatan statistik, kecepatan, efisiensi, sistematika, pencarian informasi kembali (*retrieval*) dan modifikasi, serta resolusi citranya (Purwadhi, 2001).

- Kuantitas Data

Pengolahan citra digital data penginderaan jauh memerlukan komputer yang mempunyai memori besar, karena citra digital dari rekaman satelit mempunyai ukuran besar, dan terdiri atas beberapa saluran (*band*).

- Pendekatan Statistik yang Bervariasi

Data penginderaan jauh rekaman satelit berukuran besar dan bervariasi, serta direkam dalam beberapa saluran juga multitemporal (perulangan rekaman) tinggi. Oleh karena itu, diperlukan komputer yang mempunyai manipulasi data untuk pengembangan metode berdasarkan pendekatan statistik yang bervariasi (*multivariate statistical approach*). Penjumlahan dan pengurangan berdasarkan pada statistik dengan pendekatan kuantitatif (*quantitative approach*).

- Sistematik, Cepat, dan Efisien

Komputer yang diperlukan untuk pengolahan citra digital harus mempunyai kemampuan manipulasi yang cepat, efisien, dan sistematik dalam bekerja.

Dalam pengolahan citra juga harus dapat memperbaiki kesalahan yang dibuat dalam waktu perekaman datanya, yaitu kesalahan radiometrik dan kesalahan geometrik yang disebabkan oleh posisi sensornya.

- Retrieval dan Modifikasi

Komputer harus mampu melakukan berbagai modifikasi dan mendapatkan kembali data yang telah disimpan dengan kualitas tinggi, yaitu mampu mengantisipasi atau melakukan koreksi terhadap gangguan atmosfer terhadap radiasi, baik yang dipantulkan maupun yang dipancarkan obyek.

- Resolusi Tinggi

Komputer harus mempunyai resolusi tinggi, baik resolusi spasial maupun resolusi spektralnya sehingga dalam pengolahan data untuk setiap nilai piksel data dapat dilakukan secara teliti pada setiap tahapan.

2.2.2 Interpretasi Citra

Apabila kita dapat mengenali apa yang kita lihat pada dan citra menyampaikan informasi tersebut kepada orang lain, maka kita sedang berlatih interpretasi citra (Lillesand dkk, 1990). Secara sistematis, citra memiliki beberapa sifat khas dasar kenampakan yang tergambar pada citra. Sebagian besar terapan mempertimbangkan tujuh karakteristik dasar atau variasinya, yaitu: (Lillesand dkk, 1990)

1. Bentuk adalah konfigurasi atau kerangka suatu obyek. Bentuk beberapa obyek

demikian mencirikan sehingga citranya dapat diidentifikasi langsung hanya berdasarkan kriteria ini.

2. Ukuran obyek pada citra harus dipertimbangkan sehubungan dengan skalanya.
3. Pola adalah hubungan susunan spasial obyek. Pengulangan bentuk umum tertentu atau hubungan merupakan karakteristik bagi banyak obyek alamiah maupun bangunan, dan akan memberikan suatu pola yang membantu penafsir untuk mengenali obyek tersebut.
4. Bayangan penting bagi penafsir dalam dua hal yang bertentangan, yaitu: (1) bentuk atau kerangka bayangan dapat memberikan gambaran profil suatu obyek (dapat membantu interpretasi), dan (2) obyek di bawah bayangan hanya dapat memantulkan sedikit cahaya dan sukar diamati (menghalangi interpretasi).
5. Rona ialah warna atau kecerahan relatif obyek pada citra. tanpa perbedaan rona, bentuk, pola, dan tekstur suatu obyek tidak dapat diamati.
6. Tekstur adalah frekuensi perubahan rona pada citra fotografi. Tekstur dihasilkan oleh kumpulan unit kenampakan yang mungkin terlalu kecil apabila dibedakan secara individual. Apabila skala diperkecil, tekstur beberapa obyek makin halus dan mungkin menjadi tidak tampak.
7. Situs atau lokasi obyek dalam hubungannya dengan obyek yang lain, dapat sangat berguna untuk membantu pengenalan obyek.

2.2.3 Koreksi Radiometrik

Dalam Danoedoro (1996), koreksi radiometrik diperlukan untuk memperbaiki kualitas visual citra dan memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran. Koreksi radiometrik citra yang ditujukan untuk memperbaiki kualitas visual citra berupa pengisian kembali baris yang kosong. Baris atau bagian baris yang bernilai tidak sesuai dikoreksi dengan mengambil nilai piksel satu baris di atas dan dibawahnya, lalu di rata-rata (Guindon 1984 dalam Jensen 1986).

Salah satu bentuk koreksi radiometrik adalah konversi nilai digital number ke reflektan. Konversi ini bertujuan untuk mengolah algoritma indeks vegetasi yang menggunakan data nilai reflektan dari citra yang digunakan. Konversi nilai digital number ke reflektan diperoleh dengan persamaan: (Kusumaningrum, 2014)

$$\rho\lambda = M_p Q_{cal} + A_p \quad \dots (2.1)$$

dimana :

$P\lambda$ = *TOA planetary reflectance, without correction for solar angle*

M_p = *Band Spesific multiplicative rescaling factor from the metadata*

A_p = *Band Spesific additive rescaling factor from the metadata*

Q_{cal} = *Quantized and Calibrates standard product pixel values (DN)*

2.2.4 Strength of Figure (SoF)

Kekuatan jaring kontrol (*Strength of Figure*) dilakukan sebelum melakukan koreksi geometrik untuk mengetahui kekuatan jarring tersebut. Kekuatan jarring kontrol (*Strength of Figure*) dihitung

menggunakan perataan parameter (Abidin, 2002 dalam Kusumaningrum, 2014).

Syarat nilai SoF adalah kurang dari satu, semakin kecil nilai SoF maka semakin baik pula konfigurasi jaringan dari jarring tersebut dan sebaliknya. (Abidin, 2002 dalam Kusumaningrum, 2014)

$$SoF = \frac{TRACE [A^T \times A]^{-1}}{u} \quad \dots (2.2)$$

dimana:

u = Jumlah parameter yang dipengaruhi oleh jumlah titik kontrol yang digunakan

$Trace$ = jumlah elemen diagonal dari suatu matrik

2.2.5 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan sesuai dengan jenis atau penyebab kesalahannya, yaitu kesalahan sistematis dan kesalahan random. Koreksi geometrik mempunyai tiga tujuan, yaitu (Purwadhi, 2001):

- Melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi
- Registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau citra multi-temporal
- Registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu

Transformasi geometri yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga citra digital yang tertransformasi dapat terlihat gambaran obyek di permukaan bumi yang

terekam sensor. Perubahan bentuk kerangka liputan dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil dari transformasi ini (Danoedoro, 1996). Proses ini dilakukan untuk mengeliminasi GCP sampai menghasilkan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) lebih kecil dari satu sehingga data yang dihasilkan berada pada posisi yang lebih sesuai dengan keadaan peta. Berikut adalah persamaan untuk menghitung nilai RMSE: (Jensen, 1996 dalam Wartika, 2013):

$$RMSE = \sqrt{(x' - x)^2 + (y' - y)^2} \quad (2.3)$$

Keterangan:

x', y' = Koordinat titik yang dianggap benar

x, y = Koordinat titik hasil hitungan

2.2.6 Normalized Difference Vegetation Index

(NDVI)

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) adalah perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan, yang sangat baik sebagai awal dari pembagian daerah vegetasi. NDVI dapat menunjukkan parameter yang berhubungan dengan parameter vegetasi, antara lain, biomassa dedaunan hijau, daerah dedaunan hijau yang merupakan nilai yang dapat diperkirakan untuk pembagian vegetasi (Indrayanti, 2013). Seperti perhitungan pada citra rasio, pada citra normalisasi juga menggunakan data *channel 1* dan *channel 2*. *Channel 1* terdapat dalam bagian dari spektrum dimana klorofil menyebabkan adanya penyerapan terhadap radiasi cahaya yang datang yang dilakukan saat fotosintesis, sedangkan *channel 2* terdapat dalam daerah spectral dimana struktur daun *spongy mesophyll* menyebabkan adanya pantulan terhadap radiasi cahaya. Perbedaan respon dari kedua channel ini dapat diketahui dengan transformasi rasio perbandingan satu channel dengan channel yang lain.

Perbandingan antara kedua channel adalah pertimbangan yang digunakan untuk mengurangi variasi yang disebabkan oleh topografi dari permukaan bumi. Hal ini merupakan kompensasi dari variasi pancaran sebagai fungsi dari elevasi matahari untuk daerah yang berbeda dalam sebuah citra satelit. Perbandingan ini tidak menghilangkan efek *additive* yang disebabkan oleh *atmospheric attenuation*, tetapi komponen dasar untuk NDVI dan vegetasi saling berhubungan. Latar belakang daratan berfungsi sebagai pemantul sinyal yang terpisah dari vegetasi, dan berinteraksi dengan vegetasi melalui hamburan yang sangat banyak dari energi radiasi.

Formula NDVI adalah (Indrayanti, 2013):

$$NDVI = \frac{NIR - red}{NIR + red} \quad \dots(2.4)$$

dimana NIR adalah *Near Infrared – band* dan *red* adalah *red – band*.

Rentang nilai NDVI adalah antara -1.0 hingga +1.0. Nilai yang lebih besar dari 0.1 biasanya menandakan peningkatan derajat kehijauan dan intensitas dari vegetasi. Permukaan vegetasi memiliki rentang nilai NDVI 0.1 untuk lahan *savanna* (padang rumput) hingga 0.8 untuk daerah hutan hujan tropis. Nilai NDVI dapat diperoleh yaitu dengan membandingkan pengurangan data *band 2* dan *band 1* dengan penjumlahan dari kedua *band* tersebut. Tabel 2.1 menunjukkan pembagian kelas nilai indeks vegetasi (NDVI)

Tabel 2. 1 Pembagian Kelas berdasarkan Nilai NDVI
Sumber: Rahaldi, 2013

Kelas	Kisaran NDVI
Kesehatan Kurang	0.11 s.d 0.22
Kesehatan Normal	0.22 s.d 0.42
Kesehatan Baik	0.42 s.d 0.92

Tingkat kesuburan tanaman mengacu Tabel 2.1 karena menurut Adinugroho (2008), tanaman dinyatakan sehat apabila tanaman tersebut memiliki pertumbuhan baik (daun dan batang segar).

2.2.7 Klasifikasi

a. Klasifikasi Terselia

Klasifikasi terselia (*Supervised Classification*) merupakan klasifikasi nilai piksel didasarkan pada contoh daerah yang diketahui jenis obyek dan nilai spektralnya (Purwadhi, 2001). Contoh ini disebut sampel, dan lokasi geografis kelompok piksel sampel ini disebut sebagai daerah contoh (*training area*) (Danoedoro, 1996). Artinya kita sudah mengetahui *landcover* dari *training area* yang kita buat. *Training area* merupakan sampel kelas yang sudah kita ketahui di lapangan. Metode ini sering digunakan untuk meningkatkan hasil klasifikasi.

Algoritma klasifikasi terselia yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

i. Klasifikasi Berdasarkan Jarak Minimum Rata-rata Kelas

Klasifikasi berdasarkan jarak minimum rata-rata kelas merupakan klasifikasi yang menggunakan strategi paling

sederhana, yaitu dengan cara menentukan nilai rata-rata setiap kelas yang disebut vektor rata-rata (*mean vector*). Jarak minimum rata-rata kelas merupakan strategi paling sederhana secara sistematis dan perhitungannya efisien, namun metode ini memiliki keterbatasan, karena metode ini kurang peka terhadap perbedaan varian tanggapan spektral (Purwadhi, 2001).

ii. Klasifikasi Berdasarkan Strategi *Parallelepiped*

Strategi *parallelepiped* merupakan klasifikasi yang dapat memberikan kepekaan terhadap varian kategori, yaitu dengan memperhitungkan kisaran nilai digital dari masing-masing rangkaian kategori nilai pixel “*training*” sampel. Klasifikasi menggunakan strategi *parallelepiped* proses pengklasifikasiannya sangat cepat dan efisien serta diterapkan pada beberapa sistem analisis citra.

Sebaran sifat khas spektral dalam penginderaan jauh sering mempunyai korelasi yang tinggi, maka penggunaan strategi klasifikasi *parallelepiped* sedikit mengalami masalah. Hal ini dapat diatasi dengan pengkelasan *parallelepiped* yang lebih rinci, yaitu melakukan pengkelasan *parallelepiped* secara bertahap (Purwadhi, 2001).

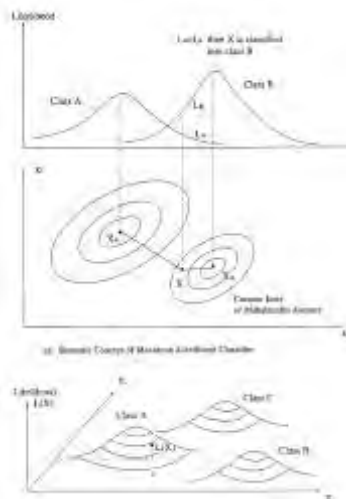
iii. Klasifikasi Berdasarkan Fungsi Normal “*Gauss*” Kemiripan Maksimum

Klasifikasi berdasarkan kemiripan maksimum (*maximum likelihood*) merupakan strategi klasifikasi dengan cara mengevaluasi

kuantitatif varian maupun korelasi pola tanggapan spektral pada saat mengklasifikasikan piksel yang tidak dikenal. Pengkelasan ini menggunakan bentuk *training* sampel yang bersifat sebaran normal (distribusi normal), yaitu penutup lahan dianggap atau diasumsikan sebagai vektor rata-rata dan kovarian matrik, sehingga kebolehjadian (probabilitas) statistiknya berupa kurva normal (*Gaussian*).

Klasifikasi menggunakan kemiripan maksimum menyangkut beberapa dimensi, maka pengelompokan obyek dilakukan pada obyek yang mempunyai nilai piksel sama dan identik pada citra. Pengelompokan setiap kategori kelas harus memenuhi distribusi normal “*Gauss*” dimana setiap kelas mempunyai satu karakteristik, yaitu harga rata-rata (*mean*) intensitas piksel yang diketahui.

Secara umum pengkelasan kemiripan maksimum (*maximum likelihood*) diperlukan perhitungan yang banyak dan agak rumit untuk mengklasifikasikan setiap piksel. Namun, teknik *maximum likelihood* ini hasil klasifikasinya lebih teliti dibandingkan dengan strategi yang lainnya. Semakin banyak saluran yang dapat digunakan dalam pengkelasan kemiripan maksimum akan membuahkan hasil klasifikasi yang lebih baik (Purwadhi, 2001).



Gambar 2. 3 *Maximum Likelihood*
Sumber: Murai, 1998

iv. Klasifikasi Tetangga Terdekat (*K-Nearest Neighbour*)

Klasifikasi tetangga terdekat dipandang sebagai salah satu variasi dari prinsip kemiripan maksimum (*maximum likelihood*) non-parametrik (Mulder dan Kostwinder 1987 dalam Danoedoro 1996). Menurut Danoedoro (1996), klasifikasi ini menggunakan nilai pendekatan nilai ambang jarak spektral pada *feature space*, untuk mencari sampel tetangga yang dijadikan rujukan. Nilai ambang ini disebut radius pelacakan (*searching radius*). Radius pelacakan ini juga menentukan fungsi penghalusan histogramnya (*histogram smoothing*).

b. Klasifikasi Tidak Terselia

Klasifikasi tak terselia (*unsupervised classification*) merupakan klasifikasi tanpa daerah contoh yang diketahui jenis obyek dan nilai spektralnya. Klasifikasi ini menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisis sejumlah besar piksel yang tidak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokan nilai digital citra (Purwadhi, 2001). Klasifikasi ini secara otomatis diputuskan oleh komputer, tanpa campur tangan operator (apabila ada, interaksinya sangat terbatas). Proses ini adalah suatu proses iterasi, sampai menghasilkan pengelompokan akhir gugus-gugus spektral (Danoedoro, 1996).

Ada tiga algoritma klasifikasi tak terselia, yaitu jarak minimum ke pusat gugus, pengugusan statistik, dan algoritma campuran. (Shrestha 1991 dalam Danoedoro 1996).

a. Jarak Minimum ke Pusat Gugus (*minimum distance to cluster center*)

Tahap pertama pada algoritma ini adalah memasukkan jumlah maksimum kelas atau gugus. Kedua, berdasarkan masukan ini secara acak (*random*), komputer akan menempatkan vektor rerata sebagai titik-titik pusat gugus (yang belum terbentuk). Ketiga, berdasarkan distribusi titik-titik pusat ini, seluruh titik piksel dihitung dan ditandai sesuai dengan nama atau urutan gugus yang terdekat jaraknya.

b. Penggugusan Statistik (*statistical clustering*)

Algoritma ini menggunakan parameter statistic berupa nilai variansi (ragam) untuk menentukan homogenitas kelas atau gugus. Algoritma ini membutuhkan masukan berupa: (a) jumlah gugus/kelas maksimum, (b) nilai ambang variansi, (c) jumlah gerakan jendela setiap kali perhitungan variansi dan rerata, dan (d) nilai ambang jarak antar gugus. Hasil klasifikasi ini adalah kelompok-kelompok spektral yang siap untuk diklasifikasikan secara terselia.

c. Algoritma Campuran (*hybrid algorithm*)

Perhitungan seluruh nilai piksel pada seluruh nilai piksel pada seluruh citra tentu saja sangat menghabiskan waktu dan biaya. Oleh karena itu, dikembangkanlah algoritma campuran yang hanya mempertimbangkan daerah sampel yang secara spektral cukup mewakili daerah keseluruhan pada citra. Hasil pengelompokan spektral ini diekstrak menjadi *file* tersendiri, dan dijadikan masukan dalam ekstrapolasi pengelompokan untuk seluruh citra.

2.3 Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang sekarang ini banyak diusahakan baik oleh petani pekebun maupun perusahaan. Hasil panen utama dari tanaman kelapa sawit adalah buah kelapa sawit yang disebut tandan buah segar (TBS). Tanaman kelapa sawit mulai berbunga dan membentuk buah pada umur 2-3 tahun.

Tanaman kelapa sawit berbunga dan membentuk buah pada umur 2 – 3 tahun. Buah akan menjadi masak sekitar 5 – 6 bulan setelah penyerbukan. (Sukadi, Widyaiswara Madya, 2014).

Beberapa parameter yang mempengaruhi produksi kelapa sawit adalah tanah yang baik digunakan untuk perkebunan kelapa sawit, yaitu *Latosol*, *Podzolik*, *Alluvial*, dan Gambut (Saputra, 2011). Selain itu, drainase baik, permukaan air tanah cukup dalam, PH tanah 4-6, dan tanah tidak berbatu merupakan syarat tumbuh kelapa sawit (Pusri dkk., 2014). Pertumbuhan tinggi tanaman yang cepat dan pembentukan klorofil dipengaruhi oleh faktor kandungan tanah Nitrogen (N) (Pitojo, 1995 dalam Gunawan, 2014). Jumlah curah hujan juga memiliki korelasi dengan fluktuasi produksi kelapa sawit. Curah hujan ideal untuk tanaman kelapa sawit berkisar 2,000 – 2,500 mm per tahun dan tersebar merata sepanjang tahun. Namun, keadaan angin tidak terlalu berpengaruh karena tanaman kelapa sawit lebih tahan terhadap angin kencang dibandingkan dengan tanaman lainnya (Saputra, 2011).

Tabel 2. 2 Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah Menurut Lembaga Pusat Penelitian Tanah (LPPT) Bogor
Sumber: Soeprattohardjo, 1983 dalam Yamani, 2010

Sifat Tanah	Rendah	Sedang	Tinggi	Satuan
PH H ₂ O	<4.5-5.5 Sangat Masam – Masam	5.5-7.5 Agak Masam – Netral	7.6->8.5 Agak Alkalis – Alkalis	Rasio 1:1
N-Total	<0.10-0.20	0.21-0.75	>0.75	%



Gambar 2. 4 Kelapa Sawit
Sumber: Saidi, 2014

2.4 Uji Ketelitian Klasifikasi

Dalam Purwadhi (2001), uji ketelitian interpretasi citra yang disarankan oleh Short (1982) dapat dilakukan dalam empat cara, yaitu:

- Melakukan pengecekan lapangan serta pengukuran beberapa titik (sampel area) yang dipilih dari setiap bentuk penutup / penggunaan lahan. Uji ketelitian dilakukan pada setiap area sampel penutup / penggunaan lahan yang homogeny. Pelaksanaannya pada setiap bentuk penutup / penggunaan lahan diambil beberapa sampel didasarkan atas homogenitas kenampakannya, dan diuji kebenarannya di lapangan (survei lapangan).
- Menilai kecocokan hasil interpretasi. Hal ini sangat diperlukan dalam penafsiran batas-batas dan perhitungan (pengukuran luas setiap jenis penutup / penggunaan lahannya).
- Analisis statistik dilakukan pada data dasar dan citra hasil klasifikasi. Analisis dilakukan dari beberapa piksel dengan

perhitungan varian statistik setiap saluran spektral data yang digunakan.

- Membuat matriks kesalahan (*confusion matrix*) pada setiap bentuk penutup / penggunaan lahan dari hasil interpretasi. Ketelitian pemetaan dibuat dalam beberapa kelas X yang dapat dihitung dengan rumus:

$$MA = \frac{X_{cr \text{ pixel}}}{X_{cr \text{ pixel}} + X_{o \text{ pixel}} + X_{co}} \times 100\% \quad \dots (2.5)$$

(Short, 1982 dalam Purwadhi, 2001)

Keterangan:

MA= Ketelitian Pemetaan (*mapping accuracy*)

X_{cr} = Jumlah kelas X yang terkoreksi

X_o = Jumlah kelas X yang masuk ke kelas lain
(omisi)

X_{co} = Jumlah kelas X tambahan dari kelas lain
(komisi)

Ketelitian seluruh klasifikasi (KH) adalah:

$$KH = \frac{\text{Jumlah pixel murni semua kelas}}{\text{Jumlah semua pixel}} \times 100\% \quad \dots (2.6)$$

2.5 Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Yudhi Ahmad Nazari (2010) menyebutkan bahwa PH pada sampel tanah yang diambil bernilai < 7 yang artinya tanah tersebut bersifat asam dan kandungan unsur hara Nitrogen (N) nya tergolong rendah rata-rata 0.09%, berkisar antara 0.04 hingga 0.12 %. Kedua parameter tersebut berkaitan, yaitu reaksi tanah (PH) yang asam mempengaruhi rendahnya kandungan hara yang diserap oleh tanaman. Dan untuk meningkatkan kandungan N

pada tanah, penulis menyarankan agar diadakan perbaikan kultur teknis di kebun sawit.

Pada penelitian lainnya, dilakukan oleh Latri Wartika (2013), disebutkan bahwa metode klasifikasi supervised yang digunakan adalah *maximum likelihood* dan *minimum distance* dengan menggunakan *software ENVI*. Penelitian ini menyimpulkan bahwa *maximum likelihood* memiliki *overall accuracy* sebesar 93.6021% sedangkan metode *minimum distance* memiliki *overall accuracy* sebesar 87.5000%. Ketelitian kedua metode klasifikasi telah memenuhi toleransi yang diberikan yaitu toleransi diatas 80%. Dalam penelitian ini digunakan hasil uji ketelitian *maximum likelihood* dikarenakan memiliki hasil *overall accuracy* yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil uji ketelitian *minimum distance*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Secara geografis, Kecamatan Pelaihari, memiliki luas total wilayah sekitar 379,45 km².



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian
Sumber: Suseno 2014

3.2 Data dan Peralatan

a. Data

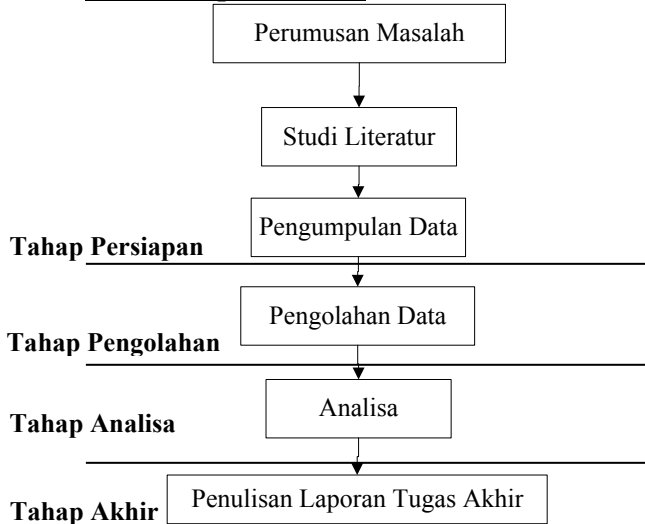
- Citra *Landsat 8* tanggal 15 Desember 2014 *path: 117 row: 63*
- Citra *SPOT 6* tanggal 4 Februari 2013, data vektor batas administrasi Kecamatan Pelaihari. (sumber: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN))
- Data Lapangan

b. Peralatan

- Perangkat Keras (*Hardware*)
 - o Notebook HP 1000
 - o *Printer*
 - o Kamera untuk dokumentasi Lapangan.
 - o GPS Navigasi *Handheld* Garmin.
- Perangkat lunak (*Software*)
 - o Software Pengolah Citra (*Image Processing Software*)
 - o ArcMap 10.1
 - o Microsoft Office Word 2010
 - o Microsoft Office Visio 2007
 - o Microsoft Office Excel 2010
 - o WordPad

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahap Penelitian



Gambar 3. 2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

3.3.2 Tahap Persiapan

Beberapa hal yang dilakukan pada tahap ini adalah:

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap awal dari pekerjaan yang akan dilaksanakan yang terdiri dari penentuan masalah yang berhubungan dengan rencana pekerjaan dan penetapan tujuan. Permasalahan dalam penelitian ini adalah menganalisa tingkat kesuburan kelapa sawit dengan data citra *Landsat 8*.

b. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan penginderaan jauh, kelapa sawit, metode klasifikasi, dan literatur lainnya yang mendukung penelitian.

c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan pengadaan data yang digunakan untuk penelitian dan mendukung penelitian, antara lain: Citra *Landsat 8* tanggal 15 Desember 2014 dan citra *SPOT 6* tanggal 4 Februari 2014 daerah Kalimantan Selatan, Data Vektor Batas Administrasi Kecamatan Pelaihari.

3.3.3 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini, pengolahan data dibagi menjadi dua tahap, yaitu:

- a. *Pre Processing*, yaitu melakukan pemotongan citra, koreksi radiometrik, koreksi geometrik, dan pemilihan kombinasi band.
- b. *Processing*, yaitu melakukan klasifikasi terselia dengan metode *Maximum Likelihood*, serta melakukan uji ketelitian klasifikasi.

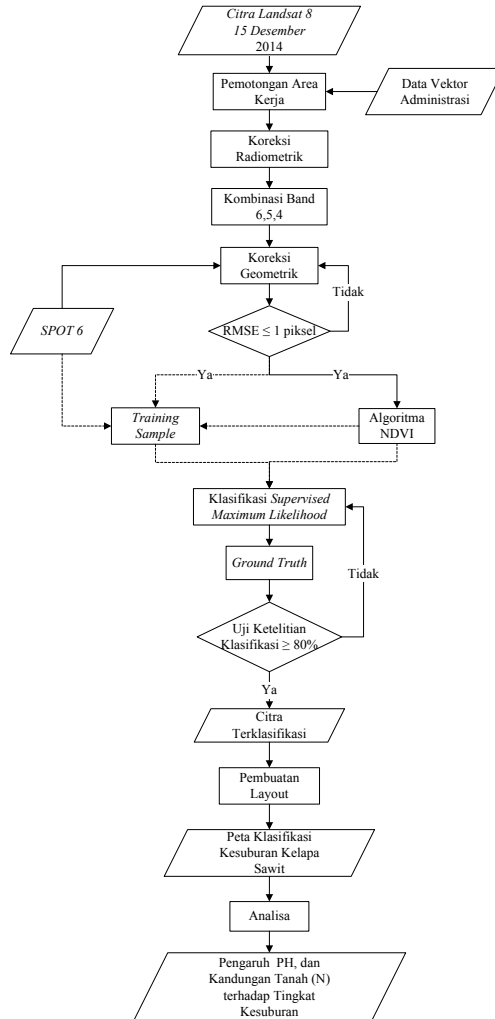
3.3.4 Tahap Analisa

Analisa dalam penelitian ini adalah faktor yang mempengaruhi kesuburan kelapa sawit, hasil klasifikasi, dan tingkat kesuburan berdasarkan *digital number* (DN).

3.3.5 Tahap Akhir

Tahap akhir dalam penelitian tugas akhir ini adalah pembuatan laporan.

3.4 Tahapan Pengolahan Data



Gambar 3.3 Diagram Alir Pelaksanaan

Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

- Mendapatkan data citra *Landsat 8* daerah Kalimantan Selatan pada *earthexplorer.usgs.gov*. Selanjutnya dilakukan penggabungan Band dengan *software* pengolah citra.
- Melakukan pemotongan lokasi penelitian dengan menggunakan data vektor batas administrasi kecamatan Pelaihari. Pemotongan citra dilakukan dengan *software* pengolah citra dengan mengkonversikan data vektor (*.shp) pada *ArcMap* dan menginputkan data (*.shp) tersebut pada *software*.
- Melakukan koreksi radiometrik dengan persamaan (2.1) sehingga didapatkan nilai reflektan citra *Landsat 8*.
- Memilih kombinasi *band* R=6, G=5, B=4 dengan alasan karena kombinasi *band – band* tersebut merupakan yang digunakan untuk pengamatan obyek vegetasi.
- Melakukan koreksi geometrik berdasarkan citra *SPOT 6* wilayah Kalimantan Selatan dengan menggunakan 9 GCP dengan nilai $RMSE \leq 1$ piksel. Apabila RMSE belum memenuhi syarat dan hasil citra *Landsat 8* belum sesuai dengan citra *SPOT 6*, maka dilakukan koreksi geometrik kembali. Namun, apabila RMSE sudah memenuhi syarat dan hasil citra *Landsat 8* sudah sesuai dengan citra *SPOT 6*, maka dilanjutkan pada tahap pemotongan citra.
- Membuat algoritma NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) ke dalam formula pada *software* Pengolah Citra. Band yang digunakan untuk NDVI adalah Band 5 dan Band 4.
- Membuat *training sample* obyek-obyek yang terdapat pada citra berdasarkan kenampakan pada citra *SPOT 6* dan algoritma NDVI (sebagai pendukung penentuan kelas obyek klasifikasi) dengan menggunakan *software* pengolah citra. Hal ini dilakukan karena citra *Landsat 8* dilakukan klasifikasi citra dengan metode klasifikasi

terselia. *Training sample* diambil sebanyak 7 kelas obyek, akan tetapi pada akhirnya hanya 3 kelas obyek klasifikasi saja yang digunakan, yaitu sawit subur, sawit sedang, sawit tidak subur.

- Melakukan klasifikasi terselia dengan algoritma *maximum likelihood* menggunakan *software* pengolah citra. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil yang mendekati ketepatan data yang diambil pada saat survei lapangan (*Ground Truth*).
- Pada saat *Ground Truth*, hal yang dilakukan adalah mengambil titik-titik koordinat untuk dilakukan uji klasifikasi, mengambil sampel tanah untuk diuji pada laboratorium guna mengetahui kandungan N dan PH yang dapat mempengaruhi kesuburan kelapa sawit.
- Untuk mengetahui ketepatan hasil klasifikasi, dilakukan uji ketelitian klasifikasi dengan menggunakan data lapangan menggunakan *software* pengolah citra. Apabila *overall accuracy* $\leq 80\%$, maka dilakukan klasifikasi kembali dengan metode yang sama. Namun, apabila *overall accuracy* $\geq 80\%$, maka dilanjutkan ke tahap pembuatan *layout*.
- Pembuatan *layout* dilakukan dengan menggunakan *ArcMap* dan mengacu pada kaedah kartografi dalam hal pembuatan peta.
- Hasil dari pengolahan data di atas, dilakukan analisa mengenai tingkat kesuburan kelapa sawit didasarkan pada data lapangan dan data pendukung lainnya. Selain itu, dilakukan pula analisa terhadap algoritma klasifikasi terselia (*maximum likelihood*) dan algoritma indeks vegetasi (NDVI).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil

4.1.1 Pemotongan (*cropping*) Citra dan Koreksi Radiometrik

Pemotongan (*cropping*) citra dilakukan sebagai tahap awal pengolahan data. Tujuan dilakukannya proses ini adalah untuk memfokuskan daerah / lokasi penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan koreksi radiometrik yang bertujuan untuk mendapatkan nilai reflektan pada citra.

Pemotongan (*cropping*) citra menggunakan data vektor administrasi Kecamatan Pelaihari, dengan format *.shp yang kemudian diubah menjadi data dengan format *.evf pada *software* Pengolah Citra. Data dengan format *.evf tersebut disimpan sebagai ROI (*Region of Interest*) dan digunakan untuk melakukan proses *spatial subset* pada citra.. Sedangkan koreksi radiometrik dilakukan dengan menggunakan metadata yang terdapat pada citra.



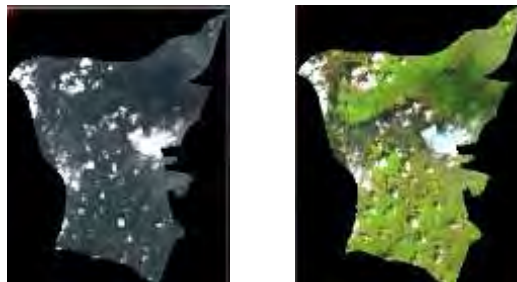
Gambar 4. 1 Citra *Landsat 8* yang telah terpotong

4.1.2 Kombinasi *Band*

Kombinasi *Band* pada penelitian ini menggunakan R=6, G=5, dan B=4. Dimana *band* 6, 5, dan 4 merupakan *band* yang digunakan untuk mengamati vegetasi.



Gambar 4. 2 Kombinasi *Band* 6, 5, 4



Gambar 4. 3 Tampilan Citra Sebelum dan Sesudah Kombinasi *Band*

Dilakukan kombinasi *band* 6, 5, 4 karena *band* 6, 5, 4 adalah *band* yang digunakan untuk mengamati vegetasi (Lillesand dan Kieffer, 1990).

4.1.3 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan citra yang terkoreksi secara geometrik. Dalam proses ini digunakan 9 titik kontrol (*GCP*) yang diletakkan menyebar pada citra agar mendapatkan nilai *Strength of Figure* (*SoF*) < 1 dan *RMSError* ≤ 1 piksel. Nilai *SoF* dan *RMSError* ini mempengaruhi tingkat akurasi dari proses ini. Semakin kecil nilainya, maka akurasi semakin baik.

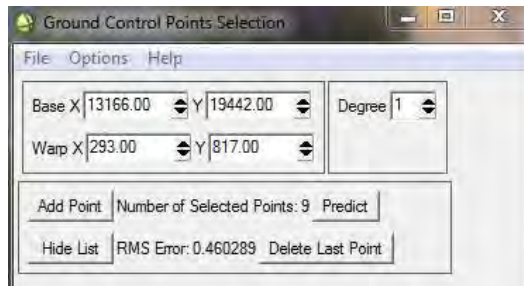


Gambar 4. 4 Desain Jaring Titik Kontrol (*GCP*) Citra *Landsat 8*

Dari Gambar 4.2, didapatkan nilai *SoF* dan *RMSError* sebaran titik tersebut. Nilai *SoF* yang didapat adalah 0.1238. Sedangkan perhitungan nilai *RMSError* sebaran titik tersebut terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Nilai *RMSE* Citra *Landsat 8* Tahun 2014

Titik	Base (m)		Warp (m)		Predict (m)		Error (m)		RMS (piksel)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
1	12845	9247	276	292	275.567	291.486	-0.433	-0.514	0.672
2	14444	9080	357.5	282	358.176	282.253	0.676	0.253	0.722
3	16507	9815	465	319	464.810	319.384	-0.190	0.394	0.438
4	18443	10703	565	365	564.854	364.576	-0.146	-0.424	0.448
5	14216	13819	347	526.75	346.738	526.714	-0.262	-0.036	0.264
6	13800	14434	325	558	325.311	558.525	0.311	0.525	0.611
7	18718	15046	579	589	579.162	589.005	0.162	0.005	0.162
8	16482	17245	464	703	463.874	703.032	-0.126	0.032	0.130
9	13166	19442	293	817	293.009	816.764	0.009	-0.236	0.236

Gambar 4. 5 Nilai *RMSE* 9 Titik Kontrol

Berdasarkan hasil di atas, maka dapat dituliskan kembali bahwa *RMSE* adalah 0.460 piksel. Hal tersebut berarti bahwa nilai *RMSE* memenuhi toleransi karena bernilai ≤ 1 piksel.



Gambar 4. 6 Citra *Landsat 8* terkoreksi

4.1.4 NDVI

Algoritma NDVI dilakukan untuk memudahkan dalam membuat *training sample*. Tabel 4.2 ini menunjukkan nilai NDVI yang didapatkan dari setiap kelas.

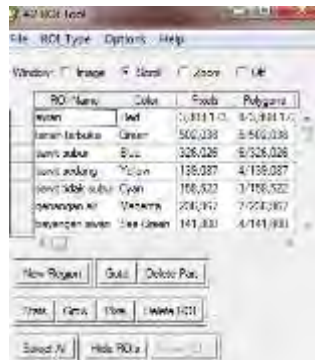
Tabel 4. 2 Nilai NDVI Kelas Obyek

Kelas	NDVI
Sawit Tidak Subur	0.11
	0.13
	0.21
Sawit Sedang	0.31
	0.36
	0.41
Sawit Subur	0.69
	0.70
	0.71

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa kelas Sawit Tidak subur bernilai 0.11 – 0.21, Sawit Sedang bernilai 0.31 – 0.41, dan Sawit Subur bernilai 0.69 – 0.71.


4.1.5 Klasifikasi Terselia (*Supervised*) Maximum Likelihood

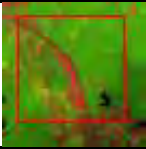



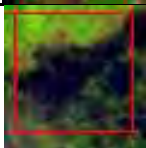
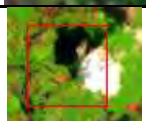
Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan metode klasifikasi *supervised maximum likelihood*. Sebelum melakukan klasifikasi, *training sample* dibuat terlebih dahulu dengan cara membuat ROI pada *software* Pengolah Citra. Gambar 4.6 adalah ROI yang digunakan.



Gambar 4. 7 ROI Tool Klasifikasi Maximum Likelihood Citra Landsat 8

Tabel 4. 3 Interpretasi Citra Landsat 8

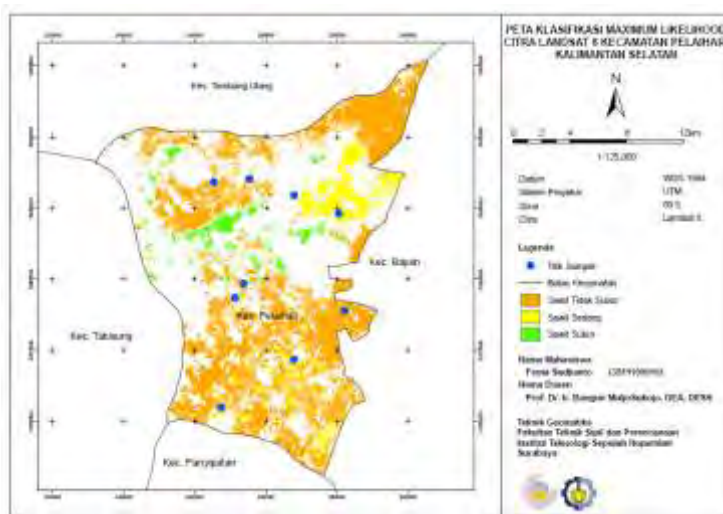
ROI	Interpretasi Citra
Awan	

ROI	Interpretasi Citra
Tanah Terbuka	
Sawit Tidak Subur	
Sawit Sedang	
Sawit Subur	
Genangan Air	
Bayangan Awan	

ROI Awan diidentifikasi berdasarkan rona dan pola obyek, Tanah Terbuka diidentifikasi berdasarkan rona obyek, Sawit Tidak subur diidentifikasi berdasarkan rona obyek yang berwarna hijau kekuningan, Sawit Sedang diidentifikasi berdasarkan rona obyek yang berwarna hijau muda, Sawit Subur diidentifikasi berdasarkan rona obyek yang berwarna

hijau tua, Genangan Air diidentifikasi berdasarkan rona obyek yang berwarna biru, dan bayangan awan diidentifikasi berdasarkan bayangan dan tekstur obyek.

Berdasarkan ROI tersebut, diperoleh hasil klasifikasi citra pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Hasil Klasifikasi *Supervised Maximum Likelihood* Citra *Landsat 8*

Dan hasil klasifikasi tersebut, didapatkan luasan obyek klasifikasi yang terdapat pada Tabel 4.4.

Dapat dituliskan kembali bahwa hasil klasifikasi memiliki *overall accuracy* sebesar 98.49%. Hal itu berarti hasil klasifikasi memenuhi toleransi klasifikasi sebesar 80%.

4.1.5 Validasi Lapangan (*Groundtruth*)

Validasi lapangan (*Groundtruth*) dilakukan untuk mengetahui kebenaran hasil klasifikasi citra yang telah dilakukan. Hasil validasi lapangan yang didapat ditunjukkan pada Tabel 4.5 dan 4.6.

Tabel 4. 5 Hasil Validasi Lapangan (*Groundtruth*)

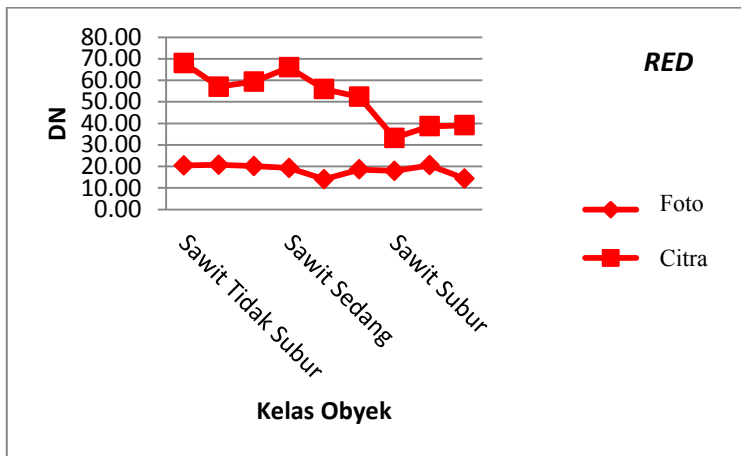
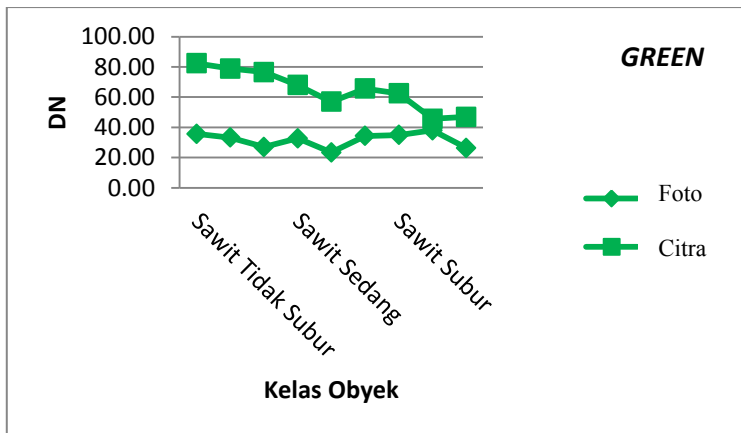
Koordinat		Obyek	Obyek
X (m)	Y (m)	Citra	Lapangan
246832	9570942	Sawit Tidak Subur	Sawit Tidak Subur
255499	9577732		
248437	9579624		
251950	9574320	Sawit Sedang	Sawit Sedang
255110	9584608		
248808	9587014		
246327	9586762	Sawit Subur	Sawit Subur
247798	9578690		
251976	9585876		

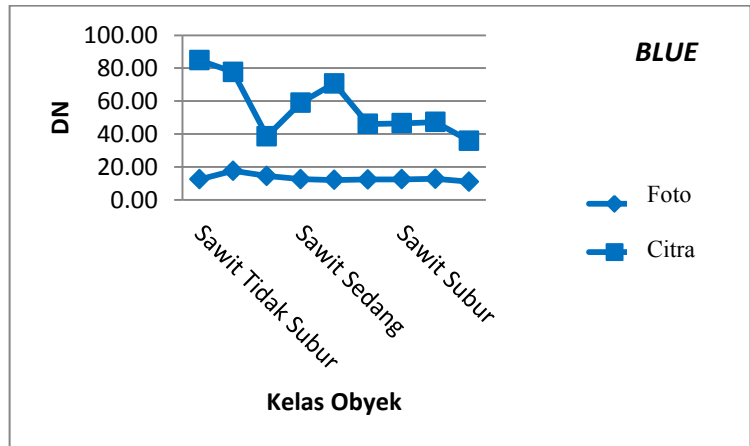
Tabel 4. 6 Perbandingan DN Citra dan Foto

Kelas Obyek	Citra			Foto		
	R	G	B	R	G	B
Sawit Tidak Subur	20.44	35.70	12.48	67.97	82.42	84.77
	20.76	33.31	17.61	57.03	78.91	77.73
	20.14	27.05	14.52	59.38	76.56	38.67
Sawit Sedang	19.29	32.75	12.63	66.02	67.97	58.98
	14.05	23.43	12.07	55.86	57.03	70.70
	18.62	34.28	12.35	52.34	65.63	46.09
Sawit Subur	17.93	34.92	12.47	33.20	62.50	46.48
	20.48	38.04	12.76	38.67	45.70	47.27
	14.33	26.44	11.07	39.06	46.88	35.94

4.2 Analisa

Berdasarkan Tabel 4.3 didapatkan grafik perbandingan nilai DN antara citra dan foto yang terlihat pada Gambar 4.9, Gambar 4.10, dan Gambar 4.11. Perbedaan DN ini dilakukan sesuai dengan *band* yang digunakan. Perbandingan nilai DN antara citra dan foto dilakukan untuk menunjukkan kesesuaian obyek pada citra dengan keadaan di lapangan.

Gambar 4. 10 Grafik DN *Band Red*Gambar 4. 11 Grafik DN *Band Green*



Gambar 4. 12 Grafik DN Band Blue

Grafik di atas menunjukkan bahwa DN citra dan foto memiliki bentuk (*tren*) yang sama. Namun, terdapat anomali di beberapa titik. Hal ini dikarenakan *band blue* yang digunakan adalah *band 4* ($0.64\text{-}0.67\ \mu\text{m}$) yang kegunaannya adalah untuk membedakan vegetasi dengan tanah terbuka (Lillesand dan Kieffer, 1990) sedangkan pengamatan lapangan (foto pohon sawit) yang dilakukan terfokus pada pohon kelapa sawit.

Namun, apabila DN citra dan foto dikorelasikan berdasarkan kelas obyek, hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Korelasi antara DN Citra dan Foto

Kelas	Korelasi (%)
Sawit Tidak Subur	98.50
Sawit Sedang	84.10
Sawit Subur	81.61

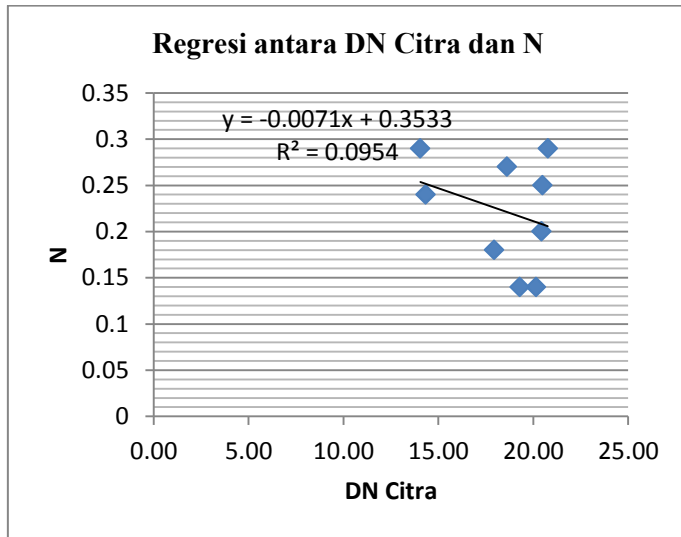
Tabel 4.5 menunjukkan bahwa korelasi antara DN citra dan foto memiliki korelasi yang tinggi ($> 80\%$). Hal ini dikarenakan oleh setiap titik sampel kelas obyek klasifikasi yang diinterpretasi dari citra dengan obyek klasifikasi saat pengamatan lapangan tidak ada perbedaan (Tabel 4.3).

Tabel 4. 8 Hasil Uji Laboratorium Sampel Tanah

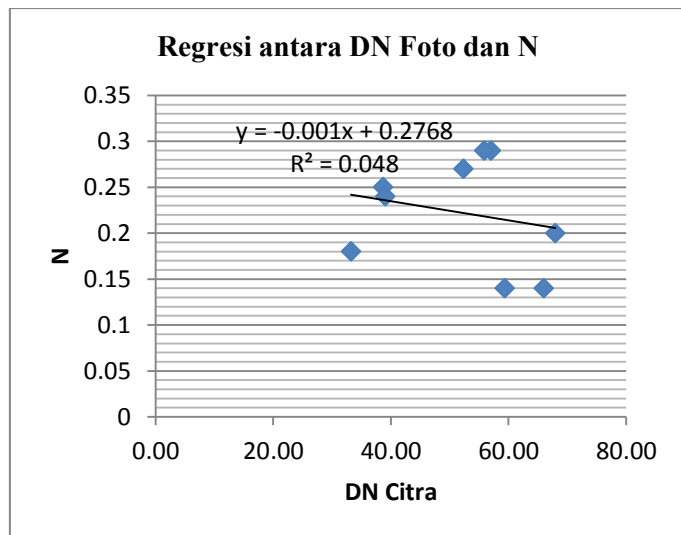
Kelas Obyek	PH	N
Sawit Tidak Subur	3.7	0.14
	4.18	0.14
	4.61	0.18
Sawit Sedang	4.76	0.2
	5.16	0.24
	6.19	0.25
Sawit Subur	6.45	0.27
	6.63	0.29
	7.1	0.29

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dikatakan bahwa kandungan N pada sampel tanah yang diuji tergolong sedang, rata-ratanya adalah 0.22 % (Soepraptohardjo, 1983 dalam Yamani, 2010). Hal tersebut dikarenakan reaksi PH yang asam, rata-ratanya adalah 5.42.

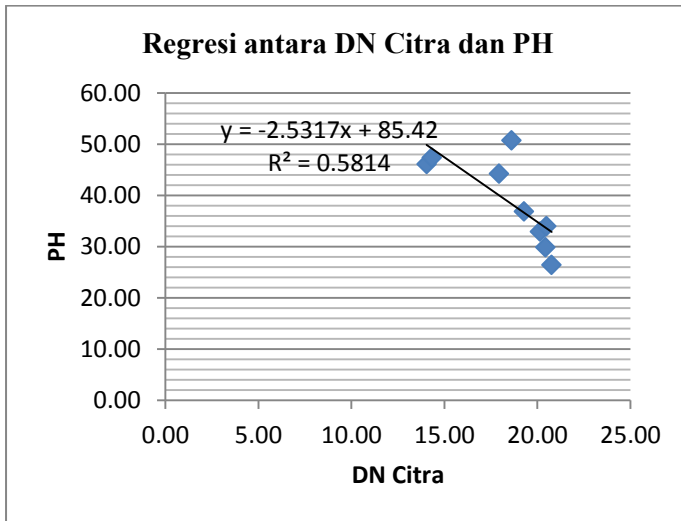
Apabila dilakukan pengamatan korelasi antara N, DN citra dan foto, serta PH, maka akan didapatkan grafik regresi yang terlihat pada Gambar 4.12, Gambar 4.13, Gambar 4.14, dan Gambar 4.15.



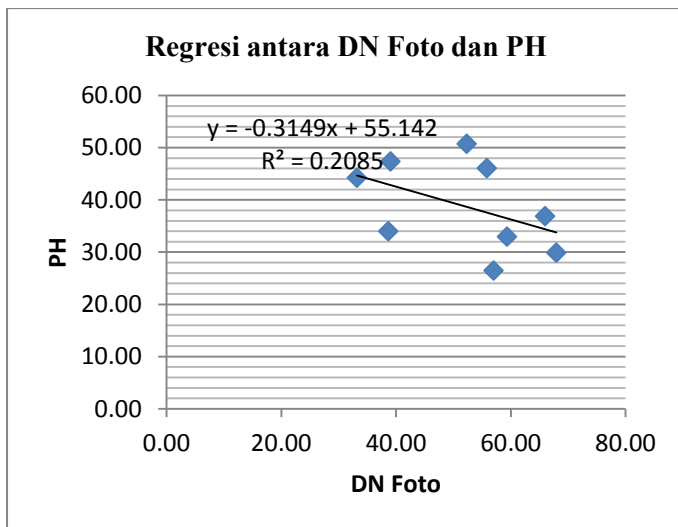
Gambar 4. 13 Regresi DN Citra dan N



Gambar 4. 14 Regresi DN Foto dan N



Gambar 4. 15 Regresi DN Citra dan PH



Gambar 4. 16 Regresi DN Foto dan PH

Berdasarkan Grafik diatas, didapatkan nilai korelasi sebagai berikut:

Tabel 4.7 Korelasi Parameter-Parameter Kesuburan

Parameter	Korelasi (%)
DN Citra dan N	30.89
DN Foto dan N	21.91
DN Citra dan PH	76.25
DN Foto dan PH	45.66
PH dan N	20.88

Dapat dilihat pada grafik, bahwa faktor yang mempengaruhi tingkat kesuburan kelapa sawit adalah reaksi tanah (PH). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Nazari (2010) disebutkan bahwa reaksi tanah (PH) yang asam mempengaruhi rendahnya jumlah hara yang tersedia dan dapat diserap oleh tanaman. Namun, PH dan N memiliki korelasi yang rendah. Hal ini disebabkan oleh pengambilan sampel tanah dengan rentang kedalaman 0-33 cm sehingga kandungan PH dan N tergolong agak rendah. (E.S. Sutarta Winarna, 2002)

Berdasarkan Gambar 4.7 dan Tabel 4.2, kelas obyek yang mendominasi adalah sawit tidak subur. Hal ini disebabkan karena Nitrogen (N) yang berperan dalam pembentukan klorofil (Pitojo, 1995 dalam Gunawan, 2014), sedikit diserap oleh tanaman. Sehingga, nilai indeks vegetasi (NDVI) pada citra *Landsat 8* bernilai kecil dan tergolong dalam kelas “tidak subur”.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Kandungan Nitrogen (N) pada sampel tanah yang diuji tergolong sedang, rata-ratanya adalah 0.22 %. Sedangkan reaksi PH tanahnya adalah asam dengan rata-rata 5.42 sehingga faktor yang mempengaruhi tingkat kesuburan kelapa sawit adalah reaksi tanah (PH). Karena reaksi tanah (PH) yang asam dapat mempengaruhi rendahnya jumlah hara yang terkandung dalam tanah. Namun, korelasi antara PH dan N bernilai rendah (20.88 %).
2. Peta klasifikasi yang dihasilkan menunjukkan 3 kelas obyek klasifikasi, yaitu sawit sangat muda, sawit tidak subur, sawit sedang, dan sawit subur. Kelas yang mendominasi adalah sawit tidak subur dengan luas 12,063.805 Ha.
3. Kelas sawit tidak subur paling dominan karena Nitrogen (N) yang berperan dalam pembentukan klorofil sedikit diserap oleh tanaman sehingga nilai indeks vegetasi (NDVI) bernilai 0.11 – 0.21.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Perlu adanya pemberian pupuk pada perkebunan kelapa sawit. Tujuannya adalah untuk memberikan tambahan unsur hara pada tanaman kelapa sawit. Karena tanah pada perkebunan kelapa sawit sebagian besar bersifat asam sehingga kandungan unsur hara yang diserap oleh tanaman kelapa sawit sedikit.

2. Pemilihan citra satelit yang digunakan sebaiknya bebas dari awan dan pembuatan *training sampel* sebaiknya lebih banyak dengan tujuan untuk meminimalisir terjadinya kesalahan pada saat klasifikasi citra.
3. Pengambilan sampel tanah sebaiknya dengan kedalaman yang berbeda-beda sehingga kandungan sampel tanah tersebut dapat dijadikan perbandingan terhadap tingkat kesuburan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W. C. 2008. *Persepsi Mengenai Tanaman Sehat*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ariyani, D. 2009. *Model Pendugaan Nilai Tanah Di Kawasan Jalur Lingkar Utara Kota Probolinggo (Studi Kasus : Kecamatan Mayangan Kota Probolinggo)*. Diakses Pada 23 Oktober 2014, Dari ITS: <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-6817-3504100025-bab2.pdf>
- Astrium. 2012. *SPOT 6*. Diakses Pada 12 November 2014, Dari <http://www.astrium-geo.com>
- Danoedoro, P. 1996. *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- E.S. Sutarta Winarna, S. R. 2002. Karakteristik Tanah Oxisol Dan Kesesuaiannya Untuk Tanaman Kelapa Sawit: Studi Kasus Di Perkebunan Pelaihari Kalimantan Selatan. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 1 - 9.
- Firmansyah, S. 2014. *Spesifikasi Landsat 8*. Diakses Pada 30 Juni 2014, Dari <http://www.rastermaps.com>
- Gunawan, E. A. 2014. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam Dan Berbagai Dosis Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Main Nursery. *Jom Faperta Vol. 1, No. 2*.
- Hutahaean, H. D. 2013. Teknik Penajaman Citra Digital Dengan Menggunakan Metode Contrast Streching. *Pelita Informatika Budi Darma*.
- Indarti, D., dkk. 2014. *Outlook Komoditi Kelapa Sawit*. Jakarta: Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian.
- Indrayanti, M. A. 2013. *Transformasi NDVI*. Diakses Pada 17 Juli 2014, Dari <http://www.academia.edu>

- Kusumaningrum, T. E. 2014. *Analisa Algoritma Indeks Vegetasi Untuk Ekosistem Mangrove Dengan Menggunakan Citra Landsat 8 (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Kota Surabaya)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Lillesand, T. M dan Kiefer, R. W. 1990. *Penginderaan Jauh Dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Murai, P. D. 1998. GIS Work Book (Technical Corse). Jepang.
- Nazari, Y. A. 2010. Kajian Status Hara Tanah Dan Jaringan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Di Kebun Kelapa Sawit Balai Pengkajian Dan Pengembangan Pertanian Terpadu (BP3T) Kecamatan Tabang Ulang Pelaihari Kabupaten Tanah Laut. *Agroscientiae Vol. 17, No. 1*.
- Purnomo, E. 2013. *Perbedaan Kombinasi Band RGB antara Landsat 7 dengan Landsat 8*. Diakses Pada 30 Juni 2014, Dari <http://www.geotekno.com>
- Purwadhi, F. S. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Pusri, M. c. 2014. *Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.)*. Diakses Pada 8 Juni 2015, Dari <http://migroplus.com/brosur/Budidaya%20sawit.pdf>
- Rahaldi, P. 2013. *Analisa Kesehatan Tanaman Padi Berdasarkan Nilai Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Menggunakan Citra ASTER*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Riza, M. 2005. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Pembuatan Peta Zona Nilai Tanah (ZNT) pada Penentuan Nilai Jual Objek Pajak (NJOP) Bumi di Kota Surabaya*. Surabaya.

- Rosanti, R. M. 2004. *Evaluasi Nilai Tanah Setelah Program Konsodalisasi Tanah (Studi Kasus : Desa Kembangsi, Kecamatan Ngoro, Kabupaten Mojokerto)*. Surabaya.
- Saidi, R. 2014. *Masuk Kawasan Ekosistem Leuser 1040 Hektar Kebun Sawit Ditutup*. Diakses Pada 12 November 2014, Dari <http://infosawit.com>
- Saputra, R. A. 2011. *Evaluasi Pemupukan Pada Kelapa Sawit (Elais guineensis Jacq.) Di Kebun Radang Seko Banjar Balam, PT Tunggal Perkasa Plantations, Indragiri Hulu, Riau*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sukadi, Widyaiswara Madya. 2014. *Teknik Memanen Kelapa Sawit*. Kalimantan Selatan: Balai Besar Pelatihan Pertanian Binuang.
- Sukojo, B. M., Wahono. 2002. Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh Untuk Pemetaan Kandungan Bahan Organik Tanah. *Makara, Teknologi, Vol. 6, No.3*.
- Suseno. 2014. *Peta Rupa Bumi*. Diakses Pada 12 November 2014, Dari <http://www.tanahair.indonesia.go.id>
- Syahfitri, M. M. 2008. *Analisa Unsur Hara Fosfor (P) Pada Daun Kelapa Sawit Secara Spektrofotometri Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan*. Medan: USU Repository.
- Wartika, L. 2013. *Evaluasi Pemetaan Tutupan Lahan Dengan Metoda Klasifikasi Supervised Wilayah Pesisir Kabupaten Sidoarjo Menggunakan Citra ALOS AVNIR-2*. Tugas Akhir Teknik Geomatika ITS, Surabaya.
- Yamani, A. 2010. Analisis Kadar Hara Makro Dalam Tanah Pada Tanaman Agroforestri Di Desa Tambun Raya Kalimantan Tengah. *Hutan Tropis Vol. 11, No. 30*, 37-46.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 1

Dokumentasi

1. Pengambilan koordinat dan sampel tanah pada salah satu titik sampel.



2. Foto pohon kelapa sawit dari atas (tajuk kelapa sawit)








**PETA KLASIFIKASI MAXIMUM LIKELIHOOD
CITRA LANDSAT 8 KECAMATAN PELAIHARI
KALIMANTAN SELATAN**



1:125,000

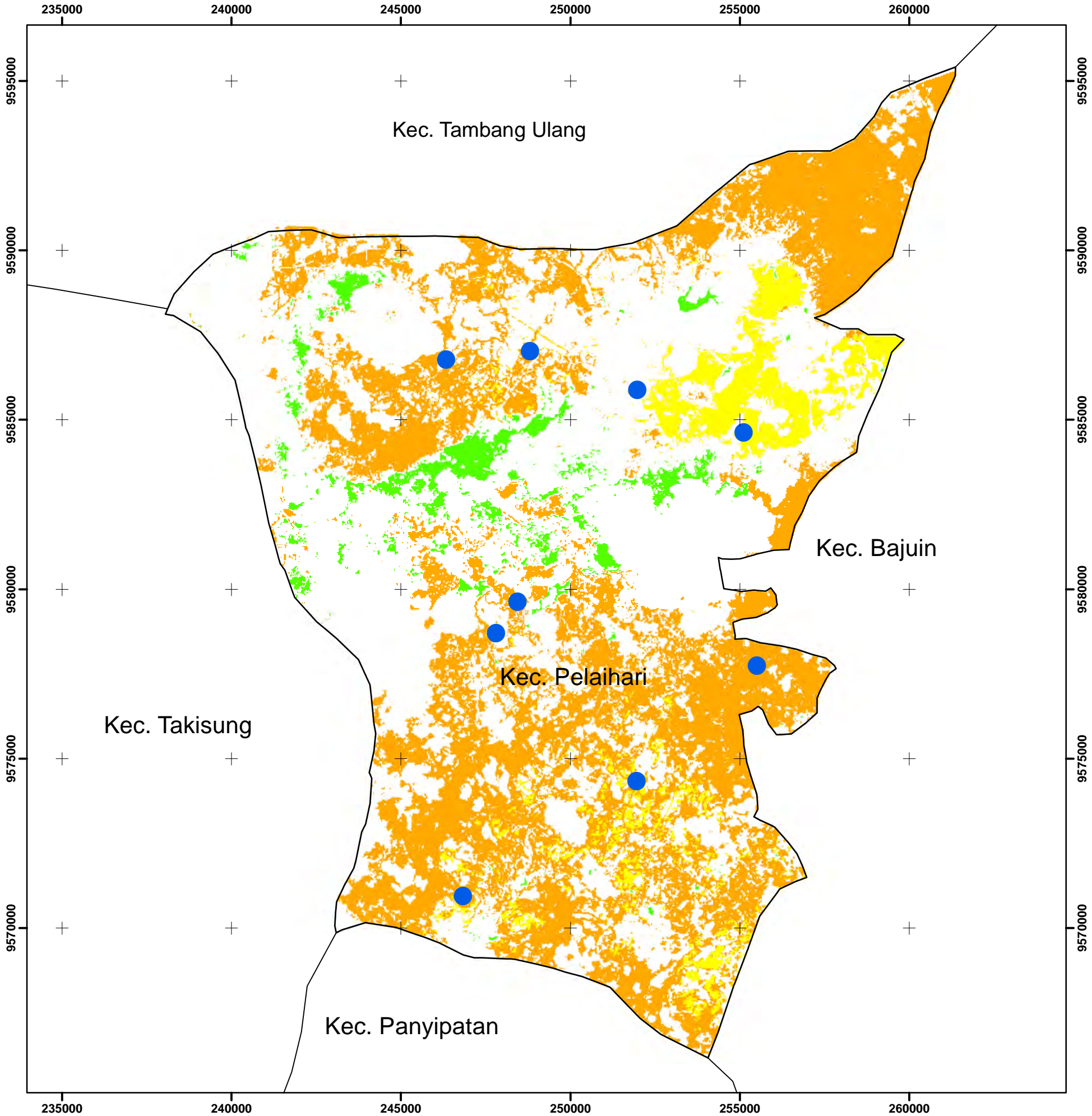
Datum	WGS 1984
Sistem Proyeksi	UTM
Zona	50 S
Citra	Landsat 8

Legenda

-  Titik Sampel
-  Batas Kecamatan
-  Sawit Tidak Subur
-  Sawit Sedang
-  Sawit Subur

Nama Mahasiswa
Finna Sudjianto (3511100010)
Nama Dosen
Prof. Dr. Ir. Bangun MuljoSukojo, DEA, DESS

Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 26 September 1993, yang merupakan anak bungsu dari empat bersaudara. Telah mengenyam pendidikan formal di TK Kemala Bhayangkari Wage, SD Negeri Wage 2, SMP Negeri 16 Surabaya, dan lulus dari SMA Negeri 18 Surabaya. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di tingkat perguruan tinggi, yaitu di S1 Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Institut Teknologi Sepuluh

Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2011. Semasa kuliah penulis aktif menjadi panitia acara dan dalam berorganisasi. Riwayat organisasi penulis adalah menjadi Sekretaris Departemen Minat Bakat (MB) HIMAGE-ITS, Pemandu FTSP, dan Sekretaris Umum Ikatan Mahasiswa Geodesi Indonesia (IMGI) Periode 2013-2014. Dalam bidang akademik penulis pernah menjadi 25 besar tulisan terbaik dalam lomba ITS menulis. Penulis mengambil bidang keahlian penginderaan jauh dalam Tugas Akhir ini.